Автономная некоммерческая общеобразовательная организация

"Физтех-лицей" имени П.Л. Капицы

Исследовательская работа

по дисциплине «Вещества и превращения»

на тему: «Исследование физических свойств полимеров и металлополимеров»

Выполнили:

ученики 9 «Т» класса

Аверченко Кирилл Владимирович,

Корзников Иван Александрович,

Кравец Евгений Иванович

Руководитель:

Приказчиков Д. А., зав. лаб.

природоподобных технологий

Технопарка ФТЛ

Долгопрудный

2024

**Актуальность проекта**

Исследование динамики физических свойств полимеров при термообработке актуально, так как оно позволяет лучше понимать изменения в структуре и характеристиках материалов под влиянием температуры. Это знание помогает оптимизировать производственные процессы, улучшать эксплуатационные свойства готовых изделий, повышать термическую стабильность и разрабатывать новые полимерные материалы.

**Цели проекта**

* 1. Изучить свойства полимеров и металлополимеров после термообработки, проведя ряд физических опытов
  2. Выявить зависимости старения полимеров и металлополимеров от термообработки с различными условиями

**Гипотеза проекта**

При многократном воздействии высокими температурами на полимеры и металлополимеры будет происходить старение полимеров и деградация ряда их свойств, таких как прочность, стойкость к истиранию, эластичность. Также существует ряд параметров, при соблюдении которых на этапах производства и эксплуатации материалов, можно уменьшить деградацию свойств полимеров и металлополимеров со временем.

**Предмет исследования**

Полимеры:

1. Полиэтилен высокого и низкого давления;
2. Полипропилен;
3. Полистирол;
4. Полиэтилентерефталат.

Металлополимеры:

1. WEICON-BR;
2. WEICON-A.

**Методика исследования**

Ряд экспериментов с нагреванием полимеров и металлополимеров будет производиться с использованием лабораторных печей с температурой нагрева до 300 °C. Измерение физических свойств материалов будет производиться следующим образом:

1. Эластичность

С помощью грузов, линейки и динамометра будет проводиться измерение, насколько сильно растягивается тот или иной полимер/металлополимер.

1. Стойкость к истиранию

С помощью шероховатой поверхности, сохраняет ли материал форму после воздействия силы трения.

1. Теплопроводность

Узнать, как хорошо материал передает тепло с помощью термометра и воды различной температуры

1. Электрическое сопротивление

Используя батарейку, провода с низким сопротивлением, амперметр, вольтметр, и батарейку, узнать, как хорошо материал передает электрический ток

1. Расширение при нагревании

Узнать, насколько расширяется полимер/металлополимер при нагревании, возможно с помощью воды определенной температуры.

**Задачи проекта**

* 1. Изучить полимеры и металлополимеры и их физику
  2. Провести ряд экспериментов, которые будут включать в себя многократное воздействие высоких температур на полимеры (полиэтилен высокого и низкого давления, полипропилен, полистирол, полиэтилентерефталат) и металлополимеры и измерение основных физических свойств:
     1. Эластичность
     2. Стойкость к истиранию
     3. Теплопроводность
     4. Электрическое сопротивление
     5. Расширение при нагревании
  3. Проанализировать полученные результаты, вывести зависимости основных физических свойств от воздействий температур на полимеры и металлополимеры

**План исследовательской работы**

1. Изучить теорию о полимерах и металлополимерах
2. Провести исследование зависимости физических свойств полимеров и металлополимеров
3. Исследовать зависимость
4. Сделать вывод

**Литобзор**

Существует 3 простейших агрегатных состояния. Выделяют также четвертое – плазму. В большинстве случаев оно образуется при высоких температурах, когда интенсивное тепловое движение приводит к ионизации молекул. Если подогреть до такой температуры полимерное вещество, то молекулярные цепочки распадутся на отдельные звенья и вещество перестанет быть полимером. Исходя из вышесказанного, состояние высокотемпературной плазмы для полимеров не может быть реализовано.

Остаются только три простейших агрегатных состояний. Но если рассмотреть случаи газообразного и твердого состояний, то получится, что они не характерны для полимеров:

1. Газообразное (не имеет собственной формы и постоянного объема, принимают форму сосуда и полностью заполняют предоставленный объем[5])

Чтобы заставить длинные макромолекулы летать, необходимо отсутствие силу тяжести, а также поддержание в сосуде очень низкого давление, характерного исключительно для высокого вакуума. Реализация таких условий технически сложны, поэтому полимерные газы не будут рассматриваться в данной исследовательской работе.

1. Твердое (имеет собственную форму и объем [5])

Полимеры не могут быть полноценно кристаллическими из-за того, что кристаллизация идет независимо во всех частях системы. Сначала по всему объёму полимера возникают беспорядочно ориентированные относительно друг друга отрезки в кристаллической фазе. Когда ориентированные кристаллообразные отрезки становятся достаточно большими, структура замораживается и дальнейшая эволюция в чистую структуру невозможна.

Следовательно, полимеры имеют только жидкое состояние. Поэтому ученые используют другую классификацию агрегатных состояний для полимеров. Таким образом, выделили 4 состояния:

1. Частично кристаллическое

В настоящее время принято что многие полимеры могут кристаллизоваться в той или иной степени. Полимеры кристаллизуются: при охлаждении расплавов ниже температуры плавления образующейся кристаллической фазы, при охлаждении растворов до возникновения перенасыщения, при испарении растворителя из растворов и при растяжении полимера. Кристаллизация приводит к сильному изменению всех свойств полимера: механических, электрических, теплофизических и большинства других. [2]

1. Стеклообразное

Стеклообразное состояние полимеров с точки зрения физической кинетики можно трактовать как состояние, в котором отсутствует сегментальная подвижность. Это твердое агрегатное состояние, лишенное кристаллической структуры. Полимер в стеклообразном состоянии чаще всего жесткий, достаточно хрупкий и прозрачный. Хрупкость возникает в связи с ограничением молекулярной подвижности.

Это состояние можно рассматривать как переохлажденный расплав, который из-за огромной вязкости приобретает присущую твердым телам устойчивость формы и механиче кие свойства, но имеет геометрическую структуру жидкост. [2]

1. Высокоэластическое

Полимер в высокоэластическом состоянии является твердым по агрегатному и аморфным по фазовому состоянию. Однако он существенно отличается от обычных твердых тел – металлов, керамики, дерева, стекла и т.п. Основное отличие – способность к большим обратимым деформациям без изменения объема при претерпевании небольших механических нагрузок. Как пример этого состояния, натуральный каучук способен обратимо растягиваться на 700%, что примерно в тысячу раз превышает деформацию обычных твердых тел. В то же время по другим свойствам, например, по коэффициентам термического расширения и адиабатической сжимаемости каучук ближе к обычным жидкостям, а по модулю упругости к газам. [2]

1. Вязкотекучее

Вязкотекучее состояние – структурно-жидкое релаксационное состояние, при котором воздействие на полимер механических сил приводит преимущественно к развитию необратимых пластических деформаций – течению. Основным свойством полимеров в этом состоянии является текучесть. На практике обычно пользуются не текучестью, а обратной ей величиной – вязкостью. [2]

Молекулярная масса полимеров

Для полимеров и всех высокомолекулярных соединений понятия о молекуле и молекулярной массе имеют свои особенности по сравнению с классической химией. Для низкомолекулярных соединений молекула - это наименьшая частица вещества, которая не может дробиться без потери основных химических свойств. Практически любой синтетический или природный полимер является смесью макромолекул с различной молекулярной массой, то есть смесью полимергомологов. Молекулярная масса отдельных молекул полимера велика. [2]

Известно много полимеров, для которых понятие "молекула" и "молекулярная масса" не используется в общепринятом смысле. Это вещества имеющие сетку химических связей. Сюда относятся отвержденные фенолоформальдегидные и аминоформальдегидные смолы, эпоксидные и эфиракрилатные смолы, вулканизированные каучуки и прочие. Есть такие вещества и среди простых соединений, например, алмаз. В данном случае, все вещество представляет собой одну гигантскую молекулу, размер которой зависит от степени физического дробления вещества на куски, и термин "молекулярная масса" к таким веществам не применяется. Для них говорят о таких признаках как густота пространственной сетки и о молекулярная масса отрезка цепи между соседними узлами сшивки. Вот почему о средней молекулярной массе можно говорить применительно только к полимерам, макромолекулы которых имеют линейное или слабо разветвлённое строение. [2]

Металлополимеры – пластические массы с металлическим наполнителем. В качестве наполнителя применяются порошки, волокна, ленты, получаемые из металлов (Fe, Cu, Ni, Ag, Sn, Al, Pb, Cd, Zn, Zr, Mo, W, Fe, Cu, Ni, Ag, Sn, Al, Pb, Cd, Zn, Zr, Mo, W, платиновые и другие металлы), их сплавов, металлических стёкол (аморфные металлы и сплавы), металлизированные порошки и волокна органической и неорганической природы; в качестве связующего – термопластичные и термореактивные полимеры (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиамиды, фторопласты, феноло-формальдегидные, полиэфирные, эпоксидные, кремнийорганические смолы и др.), каучуки.

Металлополимеры по сравнению с исходными полимерами обладают более высокой прочностью, термостойкостью и теплопроводностью. Прочность металлополимеров в значительной степени определяется адгезией металла к полимерному связующему. Наибольшая прочность достигается, когда частицы металла формируются в полимере, олигомере или мономере, т.к. в момент образования они обладают высокой реакционной способностью. Металлические наполнители придают полимерам специфические свойства: магнитные – Fe и его сплавы; тепло- и электропроводность – Al, Cu, AgAl, Cu, Ag и их сплавы; низкую газо- и паропроницаемость – Al, Ni, AgAl, Ni, Ag; низкий коэффициент трения – Pb, Zn, Zr, Mo, Pb, Zn, Zr, Mo, их химические соединения и сплавы; каталитические свойства – Pt, Pd, Rh, IrPt, Pd, Rh, Ir и FeFe. Металлополимеры с наполнителем из Pb, CdPb, Cd и W используются для защиты от ионизирующих излучений. [6]

**Список литературы**

1. А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов Физика в мире полимеров / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов — выпуск 74. — Москва: Наука, 1989 — 209 c.
2. Н. А. Козлов А. Д. Митрофанов Физика полимеров / Н. А. Козлов А. Д. Митрофанов — К 59. — Владимир: Владимирский государственный университет, 2001 — 345 c.
3. М. А. Мельников Полимерные материалы: свойства, практическое применение / М. А. Мельников — М48. — Благовещенск: Амурский государственный университет, 2013 — 86 c.
4. О. Г. Циркина, В. В. Васильев, М. В. Клюев, В. Р. Ополовников Высокомолекулярное соединенение / О. Г. Циркина, В. В. Васильев, М. В. Клюев, В. Р. Ополовников — ИГТА — Иваново: Ивановская государственная тестильная академия, 2008 — 84 c.
5. Перышкин А. В. Физика. 7кл. / Перышкин А. В. — 2-е изд. — Москва: Дрофа, 2013 — 221 c.
6. Большая Российская энциклопедия. [В 30 т.]. Т. 1: А - Анкетирование / научно-редакционный совет: Ю. С. Осипов [и др.]. - М. : Большая Российская энциклопедия, 2015. – 766 с.